

PAT-NO: JP405124848A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05124848 A  
TITLE: DRYING METHOD OF CERAMICS  
PUBN-DATE: May 21, 1993

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
INOUE, KAZUMI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME  
KK ASHIDA SEISAKUSHO

COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP03315420  
APPL-DATE: November 1, 1991

INT-CL (IPC): C04B033/30

ABSTRACT:

PURPOSE: To rapidly dry wet ceramics after molding without generating cracks, etc., by housing the ceramics into a vessel and hermetically closing the vessel, then maintaining adequate humidity in the atmosphere by satd. steam and drying the ceramics by dielectric heating.

CONSTITUTION: A microwave oscillator 7 is installed in the external position of the vessel A. This microwave oscillator 7 is connected to the vessel A via a waveguide 8. The wet ceramics 1 after molding is imposed on a turn table 10 provided in the lower position within the vessel A and the vessel A is hermetically closed. The ceramics 1 is then

dielectric-heated by the  
microwaves oscillated from the microwave oscillator 7. The  
satd. steam of  
about 60 to 80&deg;C is simultaneously feed into the vessel  
A and this state is  
held for a prescribed period of time. The steam is then  
stopped and the  
pressure in the vessel A is gradually reduced at about 10  
to 25mmHg/min speed  
to maintain the inside of the vessel A in the reduced  
pressure state of 350 to  
620mmHg, by which the ceramics 1 is dried. The induction  
heating and pressure  
reduction are stopped after the end of the drying and the  
atm. pressure is  
restored in the vessel A. The ceramics 1 is ejected from  
the vessel.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-124848

(43)公開日 平成5年(1993)5月21日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

C 0 4 B 33/30

識別記号

庁内整理番号

7351-4G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-315420

(22)出願日 平成3年(1991)11月1日

(71)出願人 000139632

株式会社芦田製作所

大阪府門真市大字岸和田144番地

(72)発明者 井上 一三

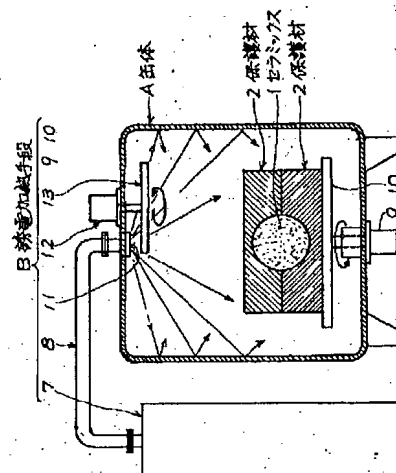
大阪府八尾市桜ヶ丘2の50

(54)【発明の名称】 セラミックスの乾燥方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 セラミックス1の雰囲気の状態や水分傾斜の発生による、表面の微細なひび割れや歪を防ぎ、短時間に乾燥させる。

【構成】 成形後のセラミックス1を缶体A内に収容し密閉し、その缶体A内に飽和蒸気を送給すると共に誘電加熱を印加してセラミックス1を内部加熱し、一定時間経過した後、飽和蒸気の送給を止め、次いで、缶体A内を徐々に減圧し所定の真空度に達すると、その真空状態を保持してセラミックス1を乾燥させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 成形後のセラミックス1を缶体A内に収容し密閉した後、該セラミックスを誘電加熱すると共に前記缶体A内に60～80℃前後の飽和蒸気を送給し、その状態を保持するよう制御して所定時間経過した後、飽和蒸気を送給を停止し、次いで、缶体A内を10～25mmHg/min前後の速度で徐々に減圧し、缶体A内が350～620mmHgに到達して、その状態を保持するよう制御しセラミックス1を乾燥させ、乾燥終了後、誘電加熱と減圧とを停止させ、然る後、缶体A内を大気圧に戻しセラミックス1を搬出するようにしたことを特徴とするセラミックスの乾燥方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、触媒に用いる成形後の湿式セラミックスを乾燥させる方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、成形後の湿式セラミックスを乾燥させる技術として、大気圧中で熱風を循環させて乾燥させるか、または、マイクロ波加熱で乾燥させているが、両者ともセラミックスにひび割れが生じ商品とならない。そのため、熱風乾燥の場合は熱風温度を低く、マイクロ波加熱の場合は出力を小さくし、長時間かけて徐々に乾燥させている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、熱風乾燥の場合、長時間かけて徐々に乾燥させても、熱風を循環させているため、風の流れて被乾燥物（セラミックス）に風が当たる部分（表の部分）と当たらない部分（影の部分）とが生じる。その結果、その両者に温度差が生じ、その温度差により水分傾斜が発生する。そして、表面に微細なひび割れが発生するものが多くなり、また、歪度も大きく製品の歩留まりが悪くなる。また、マイクロ波加熱においても長時間かけて徐々に乾燥させているため、生産性が極めて悪く且つ周囲の状態によっては、表面に微細なひび割れが発生する恐れもあり、信頼性に欠けるなど各種課題を抱えている。

【0004】本発明は、前述の課題を解決することを目的として開発したものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、図1ないし図4に示すように、成形後のセラミックス1を缶体A内に収容し密閉した後、該セラミックスを誘電加熱すると共に前記缶体A内に60～80℃前後の飽和蒸気を送給し、その状態を保持するよう制御して所定時間経過した後、飽和蒸気を送給を停止し、次いで、缶体A内を10～25mmHg/min前後の速度で徐々に減圧し、缶体A内が350～620mmHgに到達して、その状態を保持するよう制御しセラミックス1を乾燥させ、乾燥終了後、誘電

加熱と減圧とを停止させ、然る後、缶体A内を大気圧に戻しセラミックス1を搬出するようにしたものである。

## 【0006】

【実施例】以下、添付図面に従い本発明の実施例を説明する。本発明を実施する装置は、成形後のセラミックス1を収容でき且つ扉Aaにて密閉可能に設けた缶体Aと、該缶体に収容したセラミックス1を内部より加熱する誘電加熱手段Bと、缶体Aに飽和蒸気を供給すると共に缶体A内温度を制御する缶内蒸気温度制御手段Cと、缶体A内を所定の真空度に減圧すると共に所定の真空度に減圧された缶体A内の真空度を保持する缶内減圧制御手段Dと、缶体A内より発生した凝縮水を排出するドレン排出手段Eとより構成したものである。

## 【0007】次に、各手段についてその詳細を説明する。

誘電加熱手段Bは、図1に示すように、缶体A外部位置に高周波発振機3を設置し、該缶体と高周波発振機3とは同軸4により接続され、該同軸は、図2に示すように、電極板(+)5aと電極板(-)5bとが接続されており、電極板(-)5bは缶体A内の架台6上に載置し、その上に乾燥させるセラミックス1を割型のスポンジ、ウレタンマットなど保護材(受けトチ)2によって保護された状態で置かれ、更に、その上には電極板(+)5aを載せることができるよう構成したものである。そして、図1に示す高周波発振機3により発振された高周波は同軸4を介し、図2に示す缶体A内の電極板(+)5a、電極板(-)5bに印加され、セラミックス1を内部加熱させ、セラミックス1内の水分は内部から表面部へと移行し、表面部より蒸発する。

## 【0008】また、誘電加熱手段Bの他の実施例とし

て、缶体1外部位置にマイクロ波発振機7を設置し、該マイクロ波発振機は導波管8を介して缶体Aに接続され、更に、該缶体内下部位置には、図3に示すように、セラミックス1を載せてモーター9にて回転する回転テーブル10を設け、缶体A内上部位置には導波管8を通してマイクロ波の照射口11を設け、該照射口の側部にはマイクロ波がセラミックス1に均等に照射できるようにモーター12により回転するスターラーファン13を設けている。そして、マイクロ波発振機7により発振されるマイクロ波は導波管8を通して照射口11より照射され、スターラーファン13により電波が拡散されてセラミックス1に照射される。そして、セラミックス1を内部加熱させ、セラミックス1内の水分は内部から表面部へと移行し、表面部より蒸発する。

【0009】缶内蒸気温度制御手段Cは、図1に示すように、ボイラーなどより配管された蒸気供給源より弁16～ストレーナー17～自動弁18を介して缶体A内の蒸気パイプ19に接続されると共に、缶体A内に温度検出器20を挿入し、該温度検出器の信号は温度調節計21に伝達できるよう接続され、該温度調節計により調節された信号は自動弁18に伝達できるよう設けたもので

ある。そして、缶体Aに飽和蒸気を供給すると共に缶体内温度を制御するよう構成したものである。

【0010】缶内減圧制御手段Dは、図1に示すように、缶体Aより真空調節計22を配管すると共に真空制御弁23を介してコンデンサー24の一端部に配管され、該コンデンサーの他端部は減圧速度設定弁25に配管され、該減圧速度設定弁の一方は真空ポンプ26の吸引部に接続せしめている。また、コンデンサー24には吸引された水蒸気を凝縮させるための冷却水を給水弁27を介して循環できるように配管されている。そして、最初に真空ポンプ26を作動させ、減圧速度設定弁25を調節して所望の減圧速度を予め設定しておく。次に、再度真空ポンプ26を作動させ所定の真空度まで減圧し、真空調節計22により所定の真空度に減圧された缶内Aの真空度を保持するよう構成したものである。

【0011】更に、前記缶内減圧制御手段とは別に、図1に示すように、缶体Aより空気導入弁28と大気圧確認用の圧力スイッチ29とを設け、乾燥終了後、缶体A内を大気圧に戻すよう設けている。

【0012】ドレン排出手段Eは、図1に示すように、缶体A底部とコンデンサー24の他端部とより自動弁32を介してドレンタンク31に配管すると共に、該ドレンタンクの上部他端部には空気導入弁33を介して空気が供給できるよう設け、更に、ドレンタンク31の下部他端部には排水弁34を介して外部に排水できるよう設け、缶体内Aより、また、コンデンサー24を介して発生する凝縮水を自動的に排出できるよう構成したものである。

【0013】次に、その作用を説明する。最初に、図1に示す真空ポンプ26を作動させ、減圧速度設定弁25を調節して所望の真空速度を予め設定しておく。次に、缶体A内に成形後のセラミックス1を搬入し、図2に示すように、電極板(-)5bの上に載置し、その上に電極板(+)5aを載せ扉Aaにて缶体Aを閉鎖する。次に、高周波発振器3を発振させてセラミックス1を誘電加熱すると共に缶内蒸気温度制御手段Cの自動弁18を作動させ蒸気パイプ19より缶体A内に飽和蒸気を供給し、温度検出器20の信号により温度調節計21にて缶体A内が60～80℃前後の所望の設定温度(例えば70℃)になるよう制御する。そして、所定時間経過した後、自動弁18を閉鎖し飽和蒸気の送給を停止する。次いで、予め設定しておいた減圧速度設定弁25により缶体A内を10～25mmHg/min内の所望の速度(例えば22mmHg/min)で徐々に減圧する。そして、真空調節計22に設定しておいた真空度(350～620mmHgで所望の真空度、例えば400mmHg)に到達して、その真空度を保持するよう制御しセラミックス1を乾燥させる。ここで、セラミックス1の水分が蒸発するにつれて、即ち乾燥するにつれて、高周波発振機3の陽極電流が減少する。これは、平行電極板5aと5bとの間にセラミック

ス1の誘電率が変化したからであり、ここでは、セラミックス1の乾燥状態を陽極電流の減少で捉え、所定の乾燥状態になった時点で乾燥終了の信号を、高周波発振機3と缶内減圧制御手段Dに伝達して、誘電加熱と減圧とを停止させる。然る後、缶体A内を大気圧に戻しセラミックス1を搬出する乾燥の一工程が完了する。

【0014】ここで、乾燥終了の信号を本発明実施例では、高周波発振機の陽極電流の減少によって発しているが、例えば、高周波加熱及びマイクロ波加熱の出力と被乾燥物(セラミックス)の蒸発量により乾燥時間が計算できるため、乾燥終了の信号は時間によって終点管理するようにしてもよく、本発明は本実施例には限定されない。

【0015】なお、本発明において、缶体内の飽和蒸気の温度を60～80℃前後としたのは、例えば、90℃にした場合、セラミックスの成形状態が柔らかいため、高温をかけると、セラミックスに大きな歪が生ずる。また、逆に50℃にした場合、セラミックス表面の凝縮水が不足のため、表面割れが生ずるからである。

【0016】また、缶体内の減圧速度を10～25mmHg/minに前後に限定したのは、例えば、30mmHg/minの速度で早く減圧した場合、セラミックスの蒸発速度が早いので、表面が乾燥され、セラミックスの内外層に水分傾斜が生じ、表面割れが発生する。逆に5mmHg/minの速度で遅く減圧した場合、乾燥時間が非常に長くなり、生産性が悪くなるからである。

【0017】また、缶体内の設定真空度を350～620mmHgに限定したのは、例えば、真空度を700mmHgとした場合、沸点が42℃と下がり過ぎ、セラミックスの温度と沸点との温度差が大となる。その結果、セラミックスの蒸発速度が早くなり、ひび割れが生ずる。逆に、300mmHgにした場合、セラミックスの温度と沸点との温度差が小さくなり、乾燥が遅く、乾燥時間が長くなるからである。

【0018】更に、飽和蒸気の通蒸時間は、セラミックス表面に凝縮水が適度に発生する時間で且つセラミックスの温度が60～80℃前後に到達する時間が望ましい。

【0019】実施例

缶体A内に成形後のセラミックス1を搬入し缶体Aを密閉した後、該セラミックスに高周波(陽極電流0.6A)を印加すると共に缶体A内に80℃の飽和蒸気を送給し(缶体内が80℃になるまでの時間8分)、その80℃の状態を保持するよう制御して10分経過した後、飽和蒸気の送給を停止し、次いで、缶体内を17mmHg/minの速度で徐々に減圧し、缶体A内が550mmHgの真空度に到達して、その状態を保持するよう制御し、陽極電流が0.37Aになった時点(減圧開始後32分経過後)で乾燥が終了し、乾燥終了後、高周波の印加と減圧とを停止させた。その結果、図4に示すように、U、

V、W位置における乾燥前の直径が154.0mmであったものが、乾燥後では、U、V、W位置における直径はX:153.8mm、Y:153.4mm、Z:153.35mmとなっていた。それ故、このセラミックスの寸法差は $153.8 - 153.35 = 0.45\text{mm}$ となり、その歪度は $0.45 \div 153.8 \times 100 = 0.29\%$ となり、非常に小さく、高品質の製品が得られた。

#### 【0020】

【発明の効果】本発明は、以上のように構成しているから、飽和蒸気により雰囲気を通じた湿度にすると共に誘電加熱によりセラミックスの内部から表面部へと水分が移行し表面より蒸発させる速度を調節するようにしているため、従来の熱風乾燥方法及びマイクロ波加熱方法と比べて乾燥時間が大幅に短縮できると共に、セラミックスに水分傾斜が発生することなく、表面の微細なひび割れも発生せず歪度も非常に小さくなり、歩留まりがよく、高品質な製品を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す概略システム図。

【図2】本発明を構成する誘電加熱手段の一実施例を示す概略正面断面図。

【図3】本発明を構成する誘電加熱手段の他の実施例を示す概略正面断面図。

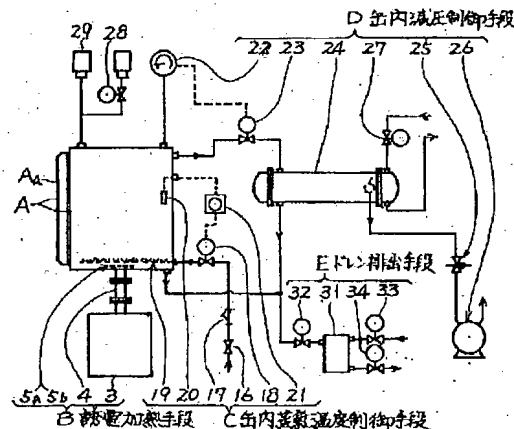
【図4】本発明を実施する装置で乾燥させたセラミックスの歪の測定位置を示す概略立体図。

#### 【符号の説明】

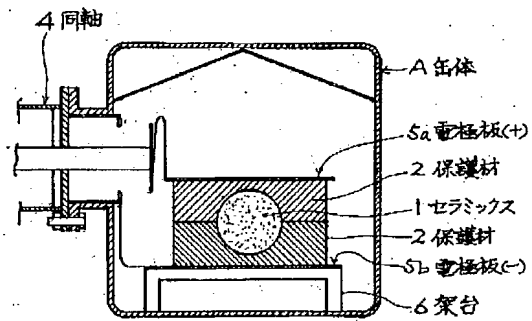
A 缶体  
Aa 扉  
B 誘電加熱手段  
C 缶内蒸気温度制御手段  
D 缶内減圧制御手段  
E ドレン排出手段

1 セラミックス  
2 保護材  
3 高周波発振機  
4 同軸  
5a 電極板(+)  
5b 電極板(-)  
6 架台  
7 マイクロ波発振機  
8 導波管  
9 モーター  
10 回転テーブル  
11 照射口  
12 モーター  
13 スターラーファン  
16 弁  
17 ストレーナー  
18 自動弁  
19 蒸気パイプ  
20 温度検出器  
21 温度調節計  
22 真空調節計  
23 真空制御弁  
24 コンデンサー  
25 減圧速度制御弁  
26 真空ポンプ  
27 給水弁  
28 空気導入弁  
29 圧力スイッチ  
31 ドレンタンク  
32 自動弁  
33 空気導入弁  
34 排水弁

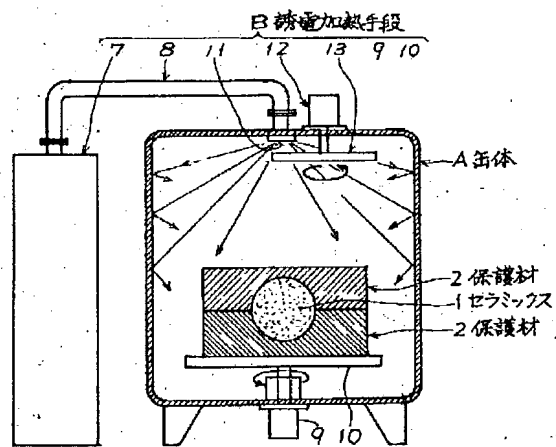
【図1】



【図面2】



【図面3】



【図面4】

